

регистра работников нанопроизводств и исследовательских экспериментальных лабораторий.

И, наконец, пятой задачей является разработка технических регламентов для нанопроизводств и критериев безопасности изделий с использованием наноматериалов. На определенном этапе такие регламенты могут носить временный характер.

ВЛИЯНИЕ КВАНТОВЫХ СОСТОЯНИЙ НАНООБЪЕКТОВ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Рахманин Ю.А., Стехин А.А., Яковлева Г.В.

ГУ НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина

РАМН, Москва

Возрастающее внимание к нанотехнологиям и наноматериалам обуславливает актуальность оценок их возможного негативного биологического действия. Для прогнозирования последствий для человека и биосферы от использования новых материалов и технологий необходимо остановиться на отличительных свойствах класса соединений, названного наночастицами.

Следует отметить, что термин «наночастицы» не отражает принципиально нового содержания, вкладываемого в данное понятие. Во-первых, наночастицы отличаются от объемного материала наличием двумерной метастабильной фазы, обладающей особыми структурными и энергетическими свойствами. Во-вторых, наиболее активные наноструктуры имеют неплоскую форму двумерных слоев, что сопровождается наведением дополнительного дипольного момента и появлением межмолекулярного сопряжения вдоль двумерных границ. В-третьих, появление протяженных плоскостей (особенно сферической и цилиндрической формы) электронного сопряжения возбуждает коллективные электронные и колебательные состояния и способствует делокализации электронов (по типу комплексов с переносом заряда). Делокализация электронов и последующая конденсация избыточных

электронов в активных областях двумерной структуры наночастиц приводят к качественно новому электрофизическому состоянию наноструктур, которое может быть проанализировано на основе квантовых представлений.

Согласно квантовомеханическому описанию ансамбль делокализованных электронов может быть представлен единой интегральной волновой функцией Ψ , определяемой через интерференцию одночастичных волновых функций ψ_1 (без учета взаимного влияния частиц). В некогерентном случае взаимодействия частиц разность фаз между независимыми «парциальными» ψ -функциями зависит от сдвигов фаз двух (частный случай) электронов, находящихся в различных областях пространства

$$|\Psi|_2 = |\Psi_1 e^{i(\varphi_1 + \varphi)} + \Psi_2 e^{i(\varphi_2 - \varphi)}|^2 = \Psi_1^2 + \Psi_2^2 + 2 \Psi_1 \Psi_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2 + 2\varphi),$$

(1)

где φ_1 и φ_2 - исходные фазы Ψ - функций электронов, $\varphi = \varphi(A)$ - дополнительная разность фаз из-за наличия векторного потенциала A .

В зависимости от величины $\varphi(A)$, определяемой формулой, диапазон результирующей величины электронной плотности составляет от 0 до $4 |\Psi|_2$ (при одинаковых амплитудах исходных ψ - функций). В пределах данного диапазона возникает соразмерное изменение потенциальной энергии квантовой ямы, стимулирующие конденсацию электронов или их туннельный перенос, а также изменение термодинамических состояний микрообъемов, влияющих на фазовые переходы ассоциированной воды и через них на конформационные переходы, изменения скорости реакции или энергетического активационного барьера выхода частицы.

В асимптотическом пределе интерференционный член в исходном гамильтониане коллективизированной системы электронов, определяемой коэффициентом корреляционной связи их движения между собой, уравнение может быть трансформировано в уравнение продольной электромагнитной волны (Верин) или уравнение электромагнитного вихря сверхтекучего волнового пакета электронов (Шмидт В.В., 2000).

Исследование пространственных характеристик распространения продольных ЭМВ проводилось на основе решения системы уравнений

(Хворостенко Н.П., Протопопов А.А., 1992) для воды в цилиндрической системе координат, приводящего к волновому уравнению

$$\nabla^2 \vec{H} - \frac{a^4}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial t^2} = \sqrt{\mu c} \operatorname{grad} \alpha \left| \vec{J}_r \right|, \quad (2)$$

где $\alpha^4 = (\epsilon_r/\epsilon_1)2$, ϵ_r и ϵ_1 - диэлектрическая проницаемость среды продольная и поперечная соответственно,
 μ - магнитная проницаемость среды,
 J_r - продольная плотность тока, обусловленная движением слабосвязанных зарядов,
 c - скорость света.

Решение волнового уравнения, приведенного выше, для случая гармонического возбуждения после ряда несущественных преобразований в отсутствие потерь имеет вид бегущих цилиндрических волн в продольном и радиальном направлениях:

$$H_\phi = (A_1 e^{-j\beta z} + A_2 e^{+j\beta z}) \cdot (B_1 e^{-j\gamma r} + B_2 e^{+j\gamma r}), \quad (3)$$

где A_1, A_2, B_1, B_2 - нормировочные множители.

Отсюда вытекает, что в водной среде при ее возбуждении продольным переменным током, возникающим при продольных колебаниях слабосвязанных электронов ассоциированной воды, возбуждаются (вдоль оси Z) бегущие продольные ЭМВ типа E (прямая и обратная). При этом магнитное поле имеет существенно преобладающую вихревую компоненту H_ϕ (рис.1), а электрическое поле имеет две главные компоненты: продольную

$$E_z = -\frac{1}{j\omega\epsilon} \frac{\partial H_\phi}{\partial r} \text{ и}$$

$$\text{радиальную} - E_r = \frac{1}{j\omega\epsilon} \frac{\partial H_\phi}{\partial z}. \text{ Тогда } \vec{E} = \frac{1}{j\omega\epsilon} z_0 + \vec{H} = iE_z + j\vec{E}_r,$$

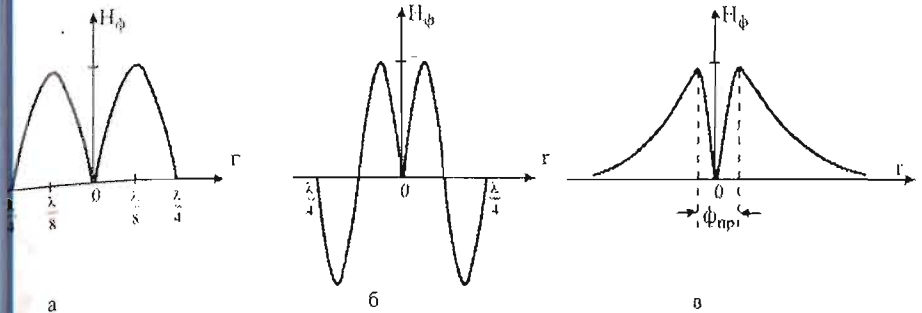


Рисунок 1 - Распределение магнитной энергии в продольной электромагнитной волне, формирующей вихрь: а - Мода E011; б - Мода E012 «вихрь»; в - дипольный провод (мода E010)

Модовый состав этих продольных цилиндрических волн типа E01N, где последний индекс N=0,1,2...n указывает на число вариаций поля H_ϕ вдоль радиуса. Мода E010 описывает поле одиночного проводника при максимуме вихревого поля H_ϕ на его поверхности и не имеет вариаций поля вдоль радиуса (рисунок 1в). Мода E011 имеет одну вариацию поля H_ϕ вдоль радиуса, при этом $H_\phi = 0$ в центре структуры и на поверхности цилиндра диаметром, равным половине длины волны излучения ($\lambda/2$) (рисунок 1а). Мода E012 имеет две вариации магнитного поля H_ϕ вдоль радиуса диаметром, равным половине длины волны и четверти длины волны излучения (рисунок 1б), которые обращаются в нуль в центре структуры и на поверхности цилиндров. Следует отметить, что поскольку внутри внешней оболочки диаметром $\lambda/2$ вихревое поле H_ϕ имеет два максимума (при размерах $\lambda/8$ и $3\lambda/8$ с противоположными вихрями вращения), то и вертикальный поток вихревого магнитного поля состоит из двух противоположных по знаку компонент. Это означает, что циркуляция поля H_ϕ по внешнему замкнутому контуру везде равна нулю.

Качественно решения уравнений электродинамики для сверхтекучего волнового пакета электронов, выполняемые на основе формализма Ландау-Гинзбурга для сверхпроводника I или 2 рода, также характеризуются аксиальной симметрией и имеют вид полого цилиндра со стенками из движущихся вдоль них электронами (Шмидт В.В., 2000, Гулян А.М., 1990).

Вдоль продольного направления сверхпроводник формирует зоны изменения потенциала, получившие название центров проскальзывания фаз, разбивающие волновой поток на самоподобные электромагнитные вихри (эффект Джозефсона).

В причинно-следственной зависимости продольные волны и электромагнитные вихри соотносятся как организующий процесс (при трансляции электромагнитных вихрей вдоль определенного направления продольные волны получили название волн Свихарта) и вторичный процесс перекодирования волнового пакета (движения электромагнитного вихря в соответствии с объемной структурой потенциального поля, формируемого продольной волной, получившего название «пниннга»).

Электромагнитный вихрь при определенных условиях среды его распространения способен визуализироваться за счет эмиссии фотонов, образуемых в процессах рекомбинации заряженных частиц (рис.2).

Форма вторичной эмиссии совпадает с областью локализации сверхтекучих электронов, из которой следует, что электромагнитные вихри обладают цилиндрической симметрией, самоподобием в цепочках, реализуются как на макро-, так и на микро уровнях и присущи живым организмам.

Квантовые границы волнового пакета могут быть определены из условия нормировки, основанной на получении оценок его пространственной и временной делокализации, описываемых уравнениями для волн де-Бройля.

Для единичного электрона длина волны де-Бройля определяется уравнением

$$\lambda_d = h/mV, \quad (5)$$

где mV – момент количества движения.

Когерентный волновой пакет описывается длиной волны для коллективного самосогласованного движения частиц

$$\lambda_d = N \cdot h/(mV)', \quad (6)$$

где N – количество коллективизированных электронов,

$(mV)'$ – момент количества движения единичного осциллятора, участвующего в коллективном движении.

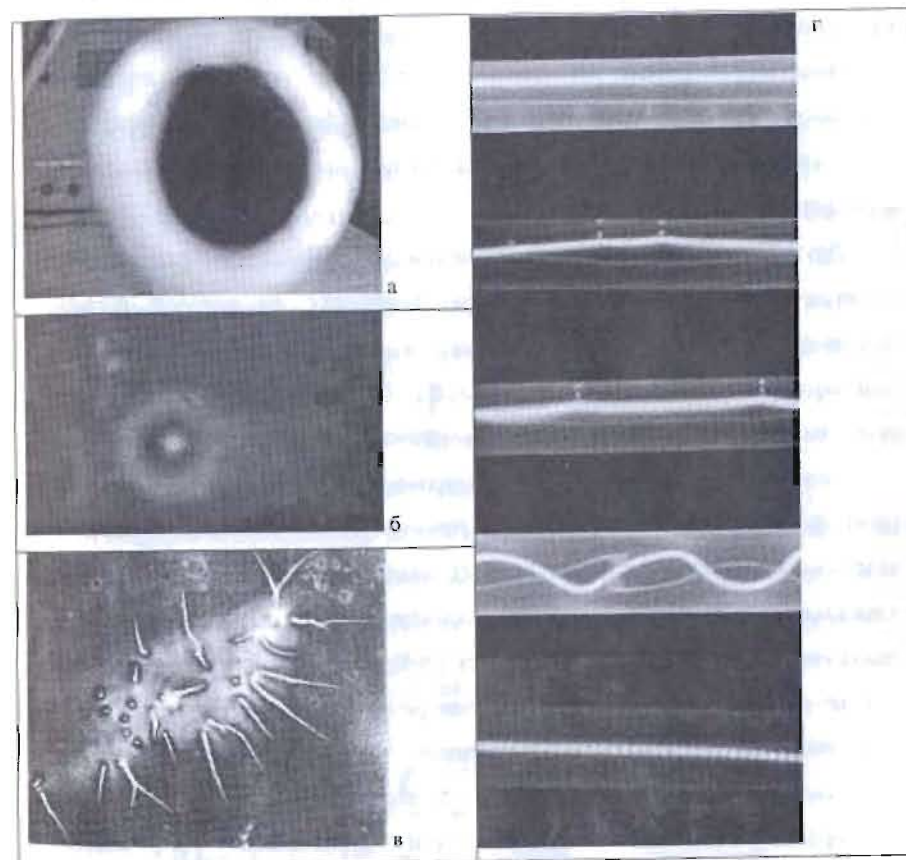


Рисунок 2 – Примеры визуализация вихревого излучения, возбуждаемого продольным электромагнитным полем действующего макетного образца (а), при фазовой неустойчивости аэрозольной частицы размером менее 2мкм (б), при возбуждении продольного электромагнитного поля в электрически активных цепочках клеточных структур клубня картофеля (в), в капилляре с газовым наполнением (г)

Отметим, что $(mV)'$ является намного меньшей, по сравнению с mV , величиной, так как кинетическая энергия осциллятора в волновом пакете

характеризуется «замороженным» состоянием, когда больцмановский вклад в энергию частицы оказывается подавленным мощным электростатическим полем двумерного состояния вещества, имеющего порядок величины $107...108\text{В/см}$.

Численные оценки длин волн де-Бройля коллективизированных электронов в ассоциированной воде, в том числе в белках клеточных структур, дают значения, соразмерные с клетками, что указывает на их морфоформирующую функцию.

Другим следствием для решений уравнения [цинт]2 является симметричность функции относительно координат, из которой вытекает следствие о нелокальности частицы (в пространстве), а с учетом преобразований Лоренца (Хрусталева А.В., 2001, Пригожин И., 2003) для фронта волны – вывод о нелокальности волнового пакета во времени.

Экспериментальными исследованиями установлено, что полевые структуры биологических объектов (на примере культуры дрожжей) обладают свойством временной нелокальности (Стехин А.А., Яковлева Г.В., 2006). Нелокальные изменения состояния электрического поля, регулируемые периодической активацией ДНК клетки (А-В-конформации) лежат в основе периодических процессов транспорта электронов в системе «внешняя среда – биологический объект» и последующего запуска метаболизма клеток. Подобные процессы характерны для всех уровней организации живого.

Эффект квантовой нелокальности проявляется в качестве фундаментальной закономерности гомеостаза живых организмов, связанного с обменными электромагнитными взаимодействиями, протекающими с участием сверхтекучих электронов геосферы Земли и живых организмов. Подобное взаимодействие, как показывают результаты ранее выполненных работ (Рахманин Ю.А., 2002), носит характер когерентных обменных процессов между электромагнитными вихрями различного масштаба, движением которых в биосфере Земли определяется условиями донорно-акцепторных взаимодействий. Однако обменные электромагнитные взаимодействия в

биосфере Земли протекают в среде в условиях постоянно действующего геомагнитного фона. Следовательно, выявление закономерностей геомагнитного взаимодействия в системе «живой организм – окружающая среда» относится к приоритетной проблеме изучения гомостаза живых организмов.

Результатами экспериментов установлено, что обменное электромагнитное взаимодействие в изучаемой системе (культура дрожжей) носит нелокальный характер во времени и пространстве, проявляемый в скачкообразном изменении параметров электрических и магнитных полей в ближайшем окружении среды микроорганизмов (несколько метров). Электромагнитная реакция системы проявляется за сутки (по низкочастотной электрической компоненте поля E_1) и за 2-е суток – по высокочастотным составляющим E_2 внешнего (фонового) электромагнитного поля, определяемого динамикой сверхтекучих электронов в литосфере Земли.

Пульсации напряженности поля E_1 (рис.3) при проведении исследования протекают в период от момента введения культуры в питательную среду до ее гибели после внесения дезинфицирующего агента (хлорноватистой кислоты).

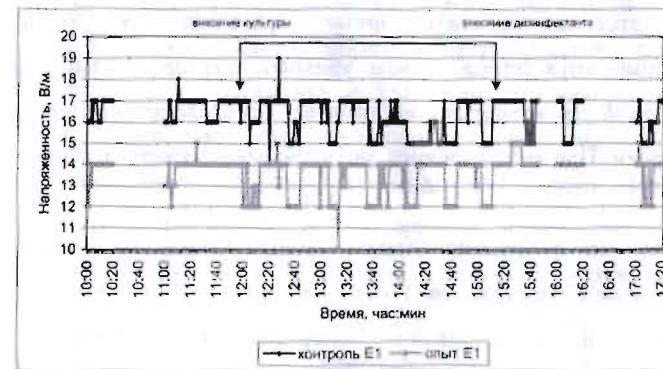


Рисунок 3 – Динамика изменения напряженности поля E_1 (в контроле и опыте) в период времени вегетации культуры микроорганизмов

Сразу после гибели культуры возникает всплеск напряженности поля, что связано с генерацией культурой электромагнитной энергии. Аналогичные процессы также протекают в контрольном образце, однако проявляются не

только в период жизни микроорганизмов, но и до введения культуры в питательную среду и после ее уничтожения. Подобные изменения в динамике процесса связаны с фазами развития микроорганизмов.

Следовательно, физические процессы, обуславливающие энергоинформационное взаимодействие живых организмов с внешней средой, связаны с явлениями когерентного и нелокального во времени обмена волнами сверхтекучих электронов (волны де-Бройля). Конденсация электронов протекает в потенциальных ямах, формируемых в связанных состояниях воды в цримембранных областях клеток, и определяет перенос генетической информации и энергии в клеточную структуру (Казначеев В.П., 1985). Нелокальное взаимодействие с геомагнитными полями внешней среды является фактором развития и сохранения генетической информации живыми организмами.

Первым, геофизически обусловленным, каналом транспорта электронов следует рассматривать транспорт по ассоциированным состояниям воды. Ассоциированная вода, как негэнтропийная система образует системы коллинеарных и самоподобных (в цепочках) вихрей. В то же время энергия вихрей квантуется, поэтому элементарные вихри в цепочках ассоциированной воды характеризуются определенным уровнем энергии, а сама вода кроме средних значений структурированности имеет определенное распределение по уровням энергии. Пример подобного энергетического распределения приведен в таблице 1.

Синергизм и антагонизм биологических объектов с водной средой проявляется на надмолекулярном уровне как организации структурированной воды, так и организации живого. Зависимость биологического действия структурированной воды (табл.2) связана с транспортом электронов, носящим макроскопический характер и потому зависимый от длины продольных волн, принимающих участие во взаимодействии «структурированная вода – биологический объект». Подобные частоты находятся в диапазоне от десятков

Гц до нескольких кГц, совпадающие с диапазоном частот продольных волн в геосфере Земли (от 0 до ~29кГц).

Таблица 1
Энергетическое распределение структурированности физически активированных вод

Энергетический уровень, %	Технология водоподготовки и средние значения структурированности воды, %					
	«Алмаз» 0,746	«Торс-поля» 0,778	«Грандер» 0,701	«Ренорм» 0,631	МВВ 0,668	«Троица» 0,553
0,2...0,4	0	0,6	0,6	0,10	0,5	0,8
0,4...0,6	0,7	0,2	0,4	0	0	0,2
0,6...0,8	0,1	0,1	0	0	0,4	0
0,8...1,0	0,2	0,1	0	0	0,1	0

Как следует из данных таблицы 2, резонансные состояния ассоциированной воды различаются для биологических систем, что свидетельствует о чувствительности первичных рецепторов клеток биосистем к частотам продольных волн.

Человеческий организм не является исключением во взаимной корреляции процессов во внешней среде и внутренних структур организма. В нормальном состоянии человеческого организма и теплокровных животных, благодаря соответствующей активности биорегуляторов (эритроцитов и лейкоцитов), поддерживается динамическое равновесие между некоторыми психическими и физиологическими функциями. В процессе эволюции произошла дифференциация клеток по их отношению к внешним связям, в том числе электрон – транспортным цепям. Эритроциты клеток крови животных и человека приобрели функции наиболее эффективных энергетических накопителей геомагнитной энергии (сверхтекучих электронов), в то время как лейкоциты приняли на себя функции передатчика электронов в метаболические цепи организма и «киллера» чужеродных тел.

Таблица 2

Резонансные состояния взаимодействия биологических тест – систем с энергетическим распределением структурированности воды

Биологический тест		Уровни структурированности воды	
		резонансные	подавляющие резонанс
Растения			
Кресс - салат	ростки	0,2...0,4	0,4...0,6
	корешки	0,2...0,4	0,4...0,6
Газонная трава	ростки	0,4...0,6	0,6...0,8
	корешки	0,2...0,4	0,6...0,8
Овес	ростки	0,4...0,6	0,6...0,8
	корешки	0,4...0,6	0,6...0,8
Микроорганизмы			
Pin - points		0,0...0,2	0,4...0,6
Salmonella		0,0...0,2	0,4...0,6
E. coli		0,4...0,6	0,2...0,4 и 0,6...0,8
Ps. aeruginosa		0,4...0,6	0,6...0,8
Гидробинты			
Инфузории tetrahymena pyriformis		0,4...0,6	0,2...0,4 и 0,6...0,8
«Эколюм»		0,4...0,6	0,6...0,8
Дафнии Magna		0,4...0,6 (0,2...0,4 – в противных водах) 0,8...1,0	0,2...0,4 – в дейтериевых (включая 145ppm) водах 0,4...0,8 – в противных водах

Подобная дифференциация функций клеток стала возможной вследствие отказа эритроцитарных клеток от ядра, что позволило клеточным активаторам и моторам (ДНК) эффективно выполнять функцию связи с внешней средой. С другой стороны, концентрирование ДНК в ядре лейкоцитарных клеток и лабильность ядра (под действием межклеточного поля продольных волн) создает условия для реализации функции аэробного движения и векторизации передачи геомагнитной энергии при фагоцитозе и

метаболических процессах, в которых лейкоциты поставляют, либо расходуют геомагнитную энергию, поступающую от эритроцитов.

В работах Бородюк Н.Р. (1999), являющихся развитием концепции эргонической корреляции (взаимосвязи) И.И. Шмальгаузена (1982) между внешней средой и определенными физиологическими функциями четко определено первичное звено цепей как неспецифического, так и специфического (ЦНС, ВНС) регулирования. Этим первичным звеном является наружная мембрана эритроцитов. Однако авторы цитируемых выше работ не указали источник поступления электронов в мембрану эритроцитов. Как следует из выполненного выше анализа, этим источником является геомагнитное поле Земли.

Таким образом, внешняя среда является не только внешним раздражителем, активирующим физиологические и психофизические процессы в организме, но, главным образом, поставщиком электронов, то есть неспецифической целью питания организма. Важно указать на то обстоятельство, что хотя электроны и дополняют цепи питания организма сильнейшими восстановителями – сольватированными электронами, их главная функция иная. Эта функция заключается в формировании строго коррелированной полевой среды в организме, которая формируется не отдельными электронами, а их «сгустками» - электромагнитными вихрями. Следовательно, данная функция направлена на поддержание негэнтропийного состояния всех структур биосистемы, в то время как окислительно – восстановительные и диффузионные процессы направлены на повышение энтропии биосистемы. Только на основе единства этих двух фундаментальных энергетических процессов может быть реализована жизнь, выступающая как квантовое явление.

На основе полученных выводов о взаимодействии «внешняя среда – организм» может быть создана методологическая база биологической оценки нанотехнологий и наночастиц. Ключевыми моментами такой оценки являются закономерности коллективного поведения зарядов, локализованных в

ассоциированных состояниях вещества. В данном контексте следует отметить существенную разницу между коллективизированным поведением электронов в составе ассоциированной воды и наночастиц иной природы (углеродная, силикатная, на основе двумерных структур металлов и др.). В основе различного поведения указанных материалов и структурированной воды находятся различия в параметрах решеток этих материалов и параметрах волновых пакетов, а также их динамическими характеристиками. Достаточно очевидно, что введение таких биоактивных наночастиц в организм (в том числе и при неконтактном действии через изменения в составе биологической жидкостн) будет вызывать рассогласование резонансных состояний биосистем и влиять на их жизнеспособность.

Литература:

1. Гулян А.М., Жарков Г.Ф. Сверхпроводники во внешних полях (неравновесные явления).- М.: Наука, 1990.-296с.
2. Бородюк Н.Р. Кровь – живое существо. Биоэнергетические механизмы приспособительных реакций.-М.: «Глобус», 1999.-214с.
3. Казначеев В.П., Л.П. Михайлова. Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей.-Новосибирск: Наука, 1985.-180с.
4. Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени: пер. с англ. Изд. 5-е испр.-М.: Эдиториал УРСС, 2003.-240с.
5. Вода – космическое явление/под ред. академика Рахманина Ю.А., академика Кондратова В.К.-М.: РАЕН, 2002.-423с.
6. Стехин А.А., Яковлева Г.В., Севастьянова Е.М. Физические и физико-химические аспекты нелокального взаимодействия электронов в окружающей среде - Техника СВЧ, СВЧ и оптических частот, №2, 2006 - сс. 21-37.
7. Хворостенко Н.П. Продольные электромагнитные волны/Изв. ВУЗ. Физика, 1992, т.35, №3, с. 24-29.
8. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводников. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: МЦНМО, 2000.-402с.

9. Шмальгаузен И.И. Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии.-М.: Наука, 1982.-383с.

НАНОЧАСТИЦЫ, НАНОПРЕПАРАТЫ И ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКИЙ БАРЬЕР

Борисов Н.М.

Государственный научный центр — Институт биофизики ФМБА России

Гематоэнцефалический барьер (ГЭБ), образованный дополнительным слоем глиальных клеток в капиллярах головного мозга, защищает мозг от проникновения чужеродных веществ, введенных в кровь. Один из путей преодоления ГЭБ подсказывают нанотехнологии. Новая отрасль фармакологии – нанофармакология – занимается поиском, изучением и синтезом лекарственных форм, представляющих собой молекулы/кластеры молекул лекарственного агента, «упакованные» в «капсулу» из двумерной наноструктуры. Если такая оболочка является химически нейтральной, то она способна переносить лекарственно вещество-«начинку» без растворения молекул лекарства в кровотоке [Malik, 2007]. В настоящее время показано, что ряд наночастиц может проникать через ГЭБ. К таким частицам относятся твердые липидные наночастицы [Brioschi, 2007; Куо, 2007], полиэстеры в комплексе с олигопептидами [Tosi, 2007], нанокапсулы из полиэтиленгликоля-полимолочной кислоты [Gao, 2007]. Наночастицы поли(метилноксиполиэтиленгликоль-цианоакрилат-ко-гексадецилцианоактилата) могут проходить ГЭБ, используя механизм эндоцитоза [Kim, 2007a,b].

Наночастицы, проникающие через ГЭБ, могут служить важным терапевтическим или диагностическим агентом. Так, наночастицы оксида железа предназначены служить меткой при ЯМР-томографии движения макрофагов головного мозга [Petry, 2007]. Для диагностики фармакокинетики самих наночастиц можно применять радиоактивные метки внутри нанокапсул (в частности, ^{99m}Tc и ^{188}Re) [Ballot, 2007].